

## Hochtemperaturbeständiges Bauteil

Die Erfindung betrifft ein hochtemperaturbeständiges Bauteil aus einer Legierung, insbesondere aus einer Nickel, Kobalt-  
5 oder Eisen-Basis-Superlegierung mit Ausscheidungen.

In der DE 23 33 775 B2 ist ein Verfahren zur Wärmebehandlung einer Nickellegierung beschrieben. Die Nickellegierung besteht aus bis zu 0,3 % Kohlenstoff, 11-15 % Chrom, 8-12 %  
10 Kobalt, 1-2,5 % Molybdän, 3-10 % Wolfram, 3,5-10 % Tantal, 3,5-4,5 % Titan, 3-4 % Aluminium, 0,005-0,025 % Bor, 0,05-0,4 % Zirkon, Rest Nickel. Weiterhin sind 0,01-3 % Hafnium zusätzlich in der Legierung enthalten. Durch die beschriebene Wärmebehandlung werden eine blockartige Carbide-Ausbildung und  
15 eine feindisperse Ausscheidung einer  $\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})$ -Phase hervorgerufen.

Die US-PS-5,611,670 offenbart eine Laufschaufel für eine Gasturbine. Die Laufschaufel weist einen einkristallinen  
20 Plattformbereich und ein einkristallines Schaufelblatt auf. Ein Befestigungsbereich der Schaufel ist mit einer gerichtet erstarrten Struktur ausgeführt. Die Schaufel ist aus einer Superlegierung gegossen, die in Gewichtsprozent folgende Zusammensetzung aufweist: bis zu 0,2 % Kohlenstoff, 5-14 %  
25 Chrom, 4-7 % Aluminium, 2-15 % Wolfram, 0,5-5 % Titan, bis zu 3 % Niob, bis zu 6 % Molybdän, bis zu 12 % Tantal, bis zu 10,5 % Kobalt, bis zu 2 % Hafnium, bis zu 4 % Rhenium, bis 0,035 % Bor, bis zu 0,035 % Zirkon und den Rest Nickel. Diese weiten Bereichsangaben dienen der Angabe von  
30 Legierungszusammensetzungen, die grundsätzlich für die vorgeschlagene Gasturbinenschaufel geeignet sind, zeigen aber keinen hinsichtlich einer besonderen Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit oder Festigkeit geeigneten Zusammensetzungsbereich auf.

35

In der EP 0 297 785 B1 ist eine Nickel-Basis-Superlegierung für Einkristalle offenbart. Die Superlegierung weist in

Gewichtsprozent folgende Zusammensetzung auf: 6-15 % Chrom, 5-12 % Wolfram, 0,01-4 % Rhenium, 3-9 % Tantal, 0,5-2 % Titan, 4-7 % Aluminium und optional 0,5-3 % Molybdän. Mit dieser Superlegierung wird sowohl eine

- 5 Hochtemperaturrissfestigkeit als auch eine Korrosionsbeständigkeit erreicht. Um die Korrosionsbeständigkeit nicht zu beeinträchtigen, darf der Titangehalt zwei Gewichtsprozent nicht überschreiten.
- 10 In der US-PS-5,122,206 ist eine Nickel-Basis-Superlegierung angegeben, die eine besonders schmale Koexistenzzone für die feste und flüssige Phase aufweist und damit besonders für einen Einkristallgießprozess geeignet ist. Die Legierung weist in Gewichtsprozent folgende Zusammensetzung auf: 10-30
- 15 % Chrom, 0,1-5 % Niob, 0,1-8 % Titan, 0,1-8 % Aluminium, 0,05-0,5 % Kupfer oder statt Kupfer 0,1-3 % Tantal, wobei im erstgenannten Fall optional auch Hafnium oder Rhenium mit einem Gehalt von 0,05-3 % vorhanden sein kann und im zweiten Fall auch statt Rhenium oder Hafnium 0,05-0,5 % Kupfer.
- 20 Weiterhin können optional 0,05-3 % Molybdän oder Wolfram vorgesehen sein.

- Die WO 01/09403 A1 zeigt eine Nickelbasislegierung mit 11 -13 % Chrom, 3 - 5% Wolfram, 0,5-2,5% Molybdän, 3 - 5% Aluminium
- 25 3 - 5 % Titan, 3 - 7% Tantal, 0 - 12 % Kobalt, 0 - 1% Niob 0 - 2 % Hafnium, 0 - 1% Zirkon, 0 - 0.05% Bor, 0 - 0.2 % Kohlenstoff, 1 - 5% Rhenium, 0 - 5% Ruthenium, Rest Nickel. Die durch Rhenium geförderte Bildung versprödender intermetallischer Phasen (Cr- und/ oder Rhenium-haltige
- 30 Ausscheidungen) führt zu einer Reduzierung der Lebensdauer durch Rissbildung.

- Die US-PS 3,907,555 zeigt eine Legierung, die bis zu 6,5% Zinn enthält. Die Werte von Zinn liegen bei mindestens 1,0
- 35 wt%.

In der US-PS 4,708,848 ist Zinn als Bestandteil einer Ni-Basislegierung aufgelistet, bei der der zulässige Anteil von Zinn kleiner als 25 ppm sein muss. Das bedeutet, dass der Anteil von Zinn eine unerwünschte Verunreinigung darstellt.

5

Die US-PS 6,308,767 zeigt eine Herstellungsmethode von gerichteten Strukturen aus einer Superlegierung, bei der eine Schmelze in einem anderen flüssigen Metall abgekühlt wird. Es ist jedoch sicherzustellen, dass Zinn die Superlegierung nicht kontaminiert. Zinn ist also ein unerwünschter Bestandteil der Legierung.

10

In der US-PS 6,505,673 ist eine Lötlegierung angegeben, die 4,5% Zinn enthält.

15

Entscheidend für die Lebensdauer und die mechanischen Eigenschaften, insbesondere bei hohen Temperaturen sind Ausscheidungen, beispielsweise die  $\gamma'$ -Ausscheidungen bei Superlegierungen, die durch entsprechende Wärmebehandlungen in der Superlegierung nach dem Gießen eingestellt werden.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bauteil aus einer Legierung, insbesondere aus einer Nickel-, Kobalt- oder Eisen-Basis-Superlegierung anzugeben, das besonders günstige Eigenschaften hinsichtlich einer Hochtemperaturfestigkeit, Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit und Stabilität gegen duktilitätsmindernde Bildung intermetallischer Phasen über eine lange Lebensdauer aufweist.

30

Erfindungsgemäß wird die auf ein Bauteil gerichtete Aufgabe gelöst durch Angabe eines hochtemperaturbeständigen Bauteils aus einer Legierung, die zumindest einen Festigkeitsförderer mit einem Anteil von maximal 2000 ppm, insbesondere 1100 ppm aufweist.

35

Hier zeigt insbesondere die Zugabe von Zinn gute Ergebnisse.

Die Festigkeit kann durch einen verfeinerten und hohen Anteil von Ausscheidungen ( $\gamma'$ -Phase) in der Legierung verbessert werden.

5

Besonders vorteilhaft wirkt der Festigkeitsförderer bei einer Nickel-, Kobalt- oder Eisen-Basis-Superlegierung, deren Zusammensetzung im übrigen folgende Elemente in Gewichtsprozent (wt%) umfasst:

- 10 9 - <11 % Chrom ( 9 bis kleiner 11),  
3-5 % Wolfram,  
0,5-2,5 % Molybdän,  
3-5 %, insbesondere 3- <3,5 % Aluminium (3 bis kleiner 3,5%),  
3-5 % Titan,  
15 3-7 % Tantal,  
0,1-10 % Rhenium und/oder Ruthenium, insbesondere bis 5%,  
maximal 2000ppm Festigkeitsförderer,  
Rest Nickel, Kobalt oder Eisen und Verunreinigungen.

- 20 Ebenso vorteilhaft wirkt der Festigkeitsförderer bei einer Nickel-, Kobalt- oder Eisen-Basis-Superlegierung, deren Zusammensetzung im übrigen folgende Elemente in Gewichtsprozent (wt%) umfasst:

- 11-13 % Chrom,  
25 3-5 % Wolfram,  
0,5-2,5 % Molybdän,  
3-5 % Aluminium,  
3-5 % Titan,  
3-7 % Tantal,  
30 0,1-10 % Rhenium und/oder Ruthenium, insbesondere bis 5%,  
maximal 2000ppm Festigkeitsförderer,  
Rest Nickel, Kobalt oder Eisen und Verunreinigungen.

- 35 Besonders gute Ergebnisse zeigten sich für eine Nickel-Basis-Superlegierung. Die Superlegierung des angegebenen Bauteils ist in ihrer Zusammensetzung erstmalig so spezifiziert, dass für das Bauteil besonders günstige Eigenschaften hinsichtlich

seiner Hochtemperaturfestigkeit, seiner Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit und hinsichtlich einer Stabilität gegen die Bildung duktilitätsmindernder intermetallischer Phasen besteht.

5

Über umfangreiche Versuche, die der Erfindung vorausgingen, konnten spezielle Festigkeitsförderer ermittelt werden, mit der die gewünschten, oben genannten Eigenschaften in überraschend hohem Maße erfüllt werden. Insbesondere geht die  
10 Erfindung dabei von einer chromreichen Superlegierung aus.

Ein verfeinerter und hoher Anteil von Ausscheidungen wird durch die Zugabe des Festigkeitsförderers bspw. dadurch erreicht, dass er eine Störung im System darstellt und als  
15 Keimbildner oder Keiminitiator dient, so dass kleine Menge schon ausreichen.

Es bilden sich viele, insbesondere verfeinerte Ausscheidungen.

20 Vorzugsweise beträgt der minimale Gehalt des Ausscheidungsförderers 50 ppm, insbesondere 75 ppm. Er liegt vorzugsweise zwischen 100 und 500 ppm und insbesondere bei 100 ppm.

25 Vorzugsweise enthält die Superlegierung höchstens ein Gewichtsprozent Niob.

Bevorzugtermassen ist in der Superlegierung optional mindestens eines der folgenden Elemente enthalten:

30

0-2 Gew.-% Hafnium,  
0-1 Gew.-% Zirkon,  
0-0,05 Gew.-% Bor,  
0-0,2 Gew.-% Kohlenstoff.

35

Vorteilhafterweise lässt sich auch durch Zugabe von Ruthenium und ohne einen Rheniumgehalt eine besonders hohe

Hochtemperaturfestigkeit erreichen, wobei in der angegebenen Zusammensetzung gleichzeitig die Oxidations-/Korrosionsbeständigkeit ebenfalls hoch ist.

- 5 Bevorzugtermassen ist der Kobaltgehalt der Superlegierung geringer als 12 Gewichtsprozent, während der Niobgehalt bei höchstens einem Gewichtsprozent liegt.

- 10 Insbesondere ist ein Anteil von Kobalt zwischen 6 und 10% und ein Gehalt von Zirkonium zwischen 0 und 0.1% von Vorteil.

- Vorzugsweise weist das Bauteil eine gerichtet erstarrte Kornstruktur auf. In einer solchen gerichtet erstarrten Struktur sind die Korngrenzen im wesentlichen entlang einer Achse ausgerichtet. Damit ergibt sich eine besonders hohe Festigkeit entlang dieser Achse.

- 20 Bevorzugtermassen weist das Bauteil eine einkristalline Struktur auf. Durch die einkristalline Struktur werden festigkeitsmindernde Korngrenzen im Bauteil vermieden und es ergibt sich eine besonders hohe Festigkeit.

- 25 Vorzugsweise ist das Bauteil als eine Gasturbinenleit- oder -laufschaukel ausgebildet. Gerade eine Gasturbinenschaukel ist besonders hohen Anforderungen hinsichtlich einer Hochtemperaturfestigkeit und einer Oxidations-/Korrosionsbeständigkeit ausgesetzt.

- 30 Das Bauteil kann auch ein Teil (Schaufel) einer Dampfturbine oder Flugzeugturbine sein.

Es zeigen:

- Figur 1 eine Schaufel,  
35 Figur 2 eine Gasturbine,  
Figur 3 eine Brennkammer,  
Figur 4 bis 7 Festigkeitswerte.

Die Erfindung wird im folgenden näher erläutert.

- 5   Figur 1 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Schaufel 120, 130, die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt.

Die Schaufel 120 kann eine Laufschaufel 120 oder Leitschaufel 130 einer Strömungsmaschine sein. Die Strömungsmaschine kann  
10   eine Gasturbine eines Flugzeugs oder eines Kraftwerks zur Elektrizitätserzeugung, eine Dampfturbine oder ein Kompressor sein.

Die Schaufel 120, 130 weist entlang der Längsachse 121  
15   aufeinander folgend einen Befestigungsbereich 400, eine daran angrenzende Schaufelplattform 403 sowie ein Schaufelblatt 406 auf.

Als Leitschaufel 130 kann die Schaufel an ihrer Schaufelspitze 415 eine weitere Plattform aufweisen (nicht  
20   dargestellt).

Im Befestigungsbereich 400 ist ein Schaufelfuß 183 gebildet, der zur Befestigung der Laufschaufeln 120, 130 an einer Welle oder einer Scheibe dient (nicht dargestellt).

25   Der Schaufelfuß 183 ist bspw. als Hammerkopf ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich.

Die Schaufel 120, 130 weist für ein Medium, das an dem Schaufelblatt 406 vorbeiströmt, eine Anströmkante 409 und  
30   eine Abströmkante 412 auf.

Bei herkömmlichen Schaufeln 120, 130 werden in allen Bereichen 400, 403, 406 der Schaufel 120, 130 bspw. massive metallische Werkstoffe verwendet.

35   Die Schaufel 120, 130 kann hierbei durch ein Gussverfahren, auch mittels gerichteter Erstarrung, durch ein

Schmiedeverfahren, durch ein Fräsverfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

Werkstücke mit einkristalliner Struktur oder Strukturen werden als Bauteile für Maschinen eingesetzt, die im Betrieb  
5 hohen mechanischen, thermischen und/oder chemischen Belastungen ausgesetzt sind.

Die Fertigung von derartigen einkristallinen Werkstücken erfolgt z.B. durch gerichtetes Erstarren aus der Schmelze. Es handelt sich dabei um Gießverfahren, bei denen die flüssige  
10 metallische Legierung zur einkristallinen Struktur, d.h. zum einkristallinen Werkstück, oder gerichtet erstarrt.

Dabei werden dendritische Kristalle entlang dem Wärmefluss ausgerichtet und bilden entweder eine stängelkristalline Kornstruktur (kolumnar, d.h. Körner, die über die ganze Länge  
15 des Werkstückes verlaufen und hier, dem allgemeinen Sprachgebrauch nach, als gerichtet erstarrt bezeichnet werden) oder eine einkristalline Struktur, d.h. das ganze Werkstück besteht aus einem einzigen Kristall. In diesen Verfahren muss man den Übergang zur globulitischen (polykristallinen) Er-  
20 starrung meiden, da sich durch ungerichtetes Wachstum notwendigerweise transversale und longitudinale Korngrenzen ausbilden, welche die guten Eigenschaften des gerichtet erstarrten oder einkristallinen Bauteiles zunichte machen.

25 Ist allgemein von gerichtet erstarrten Gefügen die Rede, so sind damit sowohl Einkristalle gemeint, die keine Korngrenzen oder höchstens Kleinwinkelkorngrenzen aufweisen, als auch Stängelkristallstrukturen, die wohl in longitudinaler Richtung verlaufende Korngrenzen, aber keine transversalen Korn-  
30 grenzen aufweisen. Bei diesen zweitgenannten kristallinen Strukturen spricht man auch von gerichtet erstarrten Gefügen (directionally solidified structures).

Solche Verfahren sind aus der US-PS 6,024,792 und der EP  
35 0 892 090 A1 bekannt.

Die Schaufel 120, 130 kann hohl oder massiv ausgeführt sein.



Wenn die Schaufel 120, 130 gekühlt werden soll, ist sie hohl und weist ggf. noch Filmkühlöffnungen (nicht dargestellt) auf. Als Schutz gegen Korrosion weist die Schaufel 120, 130 bspw. entsprechende meistens metallische Beschichtungen auf und als  
5 Schutz gegen Wärme meistens noch eine keramische Beschichtung.

Die Turbinenschaufel 120, 130 ist aus einer Nickel, Kobalt-  
10 oder Eisen-Basis-Superlegierung gefertigt, die beispielsweise eine der folgenden Zusammensetzungen aufweist:

- 15 • Cr: 10.25%, Mo: 1.85%, W:4.70, Co: 6.50%, Ti: 3.75%, Ta: 3.9%, Al: 3.3%, B: 0.0125%, Zr: 0.008%, Hf: <0.01%, Re: 1.5%, Rest Ni, 1000 ppm Sn.
- Cr: 9.00%, Mo: 1.85%, W:4.70, Co: 6.50%, Ti: 3.75%, Ta: 3.9%, Al: 3.3%, B: 0.0125%, Zr: 0.008%, Hf: <0.01%, Re: 3.5%, Rest Ni, 1900 ppm Sn.
- 20 • Cr: 12.75%, Mo: 1.85%, W:4.70, Co: 6.50%, Ti: 3.75%, Ta: 3.9%, Al: 3.3%, B: 0.0125%, Zr: 0.008%, Hf: <0.01%, Re: 1.5%, Ru: 2.0% Rest Ni, 500 ppm Sn.
- Cr: 10.25%, Mo: 1.85%, W:4.70, Co: 8.50%, Ti: 3.75%, Ta: 3.9%, Al: 3.3%, B: 0.0125%, Zr: 0.008%, Hf: <0.01%, Ru: 1.5%, Rest Ni, 900 ppm Zn.
- 25 • Cr: 11.75%, Mo: 1.85%, W:4.70, Co: 8.50%, Ti: 3.75%, Ta: 3.9%, Al: 3.3%, B: 0.0125%, Zr: 0.008%, Hf: <0.01%, Ru: 3.75%, Rest Ni, 500 ppm Sn, 500 ppm Zn.
- Cr: 10.25%, Mo: 1.85%, W:4.70, Co: 8.50%, Ti: 3.75%, Ta: 3.9%, Al: 3.3%, B: 0.0125%, Zr: 0.008%, Hf: <0.01%, Re: 30 2.00%, Ru: 2.5, Rest Ni, 200 ppm Sn.
- Cr: 9.25%, Mo: 1.85%, W:4.70, Co: 6.50%, Ti: 3.75%, Ta: 3.9%, Al: 3.0%, B: 0.0125%, Zr: 0.008%, Hf: <0.01%, Re: 3.5%, Rest Ni, 100 ppm Sn.

35

Weitere Festigkeitsförderer sind beispielsweise Blei (Pb), Gallium (Ga), Kalzium (Ca), Selen (Se), Arsen (As); Wismut

(Bi), Neodym (Nd), Praseodym (Pr), Kupfer (Cu), Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Magnesia ( $\text{MgO}$ ), Hafnia ( $\text{HfO}_2$ ), Zirkonia ( $\text{ZrO}_2$ ), Spinelle ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ), Karbide oder Nitride oder auch Eisen (Fe) in Nickel- oder Kobaltbasierten Superlegierungen.

- 5 Es können auch mehrere Festigkeitsförderer verwendet werden. Die Festigkeitsförderer können metallisch und/oder keramisch sein. Es können verschiedene Festigkeitsförderer aus Metall und/oder Keramik verwendet werden. Die Zugabemenge in ppm bezieht sich immer auf die Gesamtmenge  
10 an Ausscheidungsförderer.

Die Figur 2 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

- 15 Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

- Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige  
20 Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

- Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise  
25 vier hintereinandergeschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

- Jede Turbinenstufe 112 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus  
30 Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

- Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe  
35 133 am Rotor 103 angebracht sind. An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105  
5 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt.

Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des  
10 Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

15 Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums  
20 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 106 auskleidenden Hitzeschildsteinen am meisten thermisch belastet.

Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, werden diese mittels eines Kühlmittels gekühlt.

25 Ebenso können die Substrate eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

Als Material werden eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen der erfindungsgemäßen Legierung verwendet.

30 Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X steht für Yttrium (Y) und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden) und Wärme durch eine Wärmedämmschicht aufweisen. Die Wärmedämmschicht  
35 besteht beispielsweise  $ZrO_2$ ,  $Y_2O_3$ - $ZrO_2$ , d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

- 5 Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143  
10 festgelegt.

- Die Figur 3 zeigt eine Brennkammer 110 einer Gasturbine. Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte  
15 Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 103 herum angeordneten Brennern 102 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle  
20 103 herum positioniert ist.

- Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um  
25 auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung versehen. Jedes Hitzeschildelement 155 ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hitzebeständigen Schutzschicht ausgestattet oder aus hochtemperaturbeständigem Material gefertigt. Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 110 ist zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren Halteelemente ein  
30 Kühlsystem vorgesehen.  
35

Die Materialien der Brennkammerwand 153 und deren Beschichtungen sind ähnlich der Turbinenschaufeln 120, 130.

Die Brennkammer 110 ist insbesondere für eine Detektion von Verlusten der Hitzeschildelemente 155 ausgelegt. Dazu sind zwischen der Brennkammerwand 153 und den Hitzeschildelementen 155 eine Anzahl von Temperatursensoren 158 positioniert.

Figur 4 zeigt die Ergebnisse eines Low-Cycle-Fatigue-Versuchs (LCF).

Bei einem Low-Cycle-Fatigue-Versuch wird eine bestimmte relative Dehnung  $\Delta\epsilon$  vorgegeben, d.h., die Probe wird mit vorgegebener relativer Dehnung wechselnd unter Zug oder Druck belastet.

Die Dehnung wird vorgegeben und der Versuch wird bei verschiedenen Temperaturen wie z.B. 850°C oder 950°C durchgeführt. Dabei wird die Anzahl der Zyklen N gemessen. Die maximale Anzahl von durchgeführten Zyklen bis zum Bruch der Probe ist in dem Diagramm aufgetragen.

So sind in dem Diagramm die Proben besser, die bei einer bestimmten Dehnung  $\Delta\epsilon$  die größere Anzahl von Zyklen aufweist. Die Versuche wurden durchgeführt mit einer Probe aus einer Legierung PWA 1483 mit einem minimalen Zinngehalt  $\leq 1$  ppm und einem Zinngehalt von 1110 ppm.

Die Kurven mit dem Gehalt von 1110 ppm Zinn zeigen höhere Zyklenanzahlen N als die der Proben ohne Zinn ( $\leq 1$  ppm).

Figur 5 zeigt die Versuchsergebnisse von High-Cycle-Fatigue-Versuchen bei 500°C.

Dabei werden bei einer bestimmten Temperatur und einer vorgegebenen Mittelspannung und einer vorgegebenen Anzahl von Zyklen verschiedene Wechsellastspannungen angelegt, um eine gewünschte Zyklenanzahl von  $10^8$  Zyklen (Dauerfestigkeit) zu erreichen.

Der Wert der Mittelspannung für die Probe ohne Zinn ist hier normiert auf 100% dargestellt.

Der Wert der erreichten Wechselspannung für die Probe ohne Zinn ist ebenfalls normiert auf 100% dargestellt.

5

Dabei konnten die Proben mit Zinn (100ppm) sogar bei einer höheren Mittelspannung einer höheren Wechselspannung ausgesetzt werden, um die gewünschte Zyklenanzahl von  $10^8$  Zyklen (Dauerfestigkeit) zu erreichen.

10

Figur 6 zeigt wie Figur 5 die Versuchsergebnisse bei einer höheren Temperatur von 800°C bei einer Mittelspannung von 0 MPa.

15 Der Wert der erreichten Wechselspannung für die Probe ohne Zinn ist normiert auf 100% dargestellt.

Auch hier sind die Proben mit 100 ppm Zinn den Proben ohne Zinn überlegen.

20

Figur 7 zeigt wie Figur 6 die Versuchsergebnisse bei der Temperatur von 800°C bei einer Mittelspannung, die auf die Mittelspannung der Probe ohne Zinn normiert ist.

25 Der Wert der erreichten Wechselspannung für die Probe ohne Zinn ist ebenfalls normiert auf 100% dargestellt.

Dabei konnten die Proben mit Zinn (100ppm) sogar bei einer höheren Mittelspannung einer höheren Wechselspannung ausgesetzt werden, um die gewünschte Zyklenanzahl von  $10^8$  Zyklen (Dauerfestigkeit) zu erreichen.

30

## Patentansprüche

1. Bauteil (1) aus einer Legierung,  
die Ausscheidungen aufweist,

5

dadurch gekennzeichnet, dass

in der Legierung zumindest ein Festigkeitsförderer von  
50ppm bis 2000 ppm enthalten ist,

10

der die Festigkeit des Bauteils (1) aus der Legierung  
fördert,

insbesondere durch verstärkte Bildung der Ausscheidungen,  
wobei der zumindest eine Festigkeitsförderer ausgewählt

15

wird aus der Gruppe Zink (Zn), Zinn (Sn), Blei (Pb),  
Gallium (Ga), Kalzium (Ca), Selen (Se), Arsen (As),  
Wismut (Bi), Neodym (Nd), Praseodym (Pr), Aluminiumoxid  
( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), Magnesia (MgO), Hafnia ( $\text{HfO}_2$ ), Zirkonia ( $\text{ZrO}_2$ ),  
Spinnelle ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ), Karbide oder Nitride.

20

2. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

das Bauteil (1) aus einer Nickel-, Kobalt- oder Eisen-  
Basis-Superlegierung besteht.

25

3. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

30

bis 1100 ppm Festigkeitsförderer in der Legierung  
enthalten sind.

35

4. Bauteil nach Anspruch 1 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass

100 bis 500 ppm Festigkeitsförderer in der Legierung  
enthalten sind.

5. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

etwa 100 ppm Festigkeitsförderer in der Legierung  
enthalten sind.

6. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

der Festigkeitsförderer metallisch ist.

7. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

der Festigkeitsförderer keramisch ist.

8. Bauteil nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Legierung außer dem Festigkeitssteigerer folgende  
Elemente in wt% umfasst:

11 -13 % Chrom

3 - 5 % Wolfram

0,5-2,5 % Molybdän

3 - 5 % Aluminium

3 - 5 % Titan

3 - 7 % Tantal

0 - 12 % Kobalt



0 - 1 % Niob

0 - 2 % Hafnium

0 - 1 % Zirkon

0 - 0.05% Bor

5 0 - 0.2 % Kohlenstoff

0,1 - 10 % Rhenium oder Ruthenium

Rest Nickel, Kobalt oder Eisen und Verunreinigungen.

10 9. Hochtemperaturbeständiges Bauteil (1) nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Legierung außer dem Festigkeitssteigerer folgende  
Elemente in wt% umfasst:

15 9- <11 % Chrom

3 - 5 % Wolfram

0,5-2,5 % Molybdän

3 - 5 % Aluminium, insbesondere 3 - <3,5% Aluminium,

3 - 5 % Titan

20 3 - 7 % Tantal

0 - 12 % Kobalt

0 - 1 % Niob

0 - 2 % Hafnium

0 - 1 % Zirkon

25 0 - 0.05% Bor

0 - 0.2 % Kohlenstoff

0.1 - 5 % Ruthenium, Rhenium

Rest Nickel, Kobalt oder Eisen und Verunreinigungen.

30

10. Bauteil nach Anspruch 8 oder 9

bei dem der Rhenium-Gehalt mindestens 1,3 wt% beträgt.

35

11. Bauteil nach Anspruch 8, 9 oder 10,  
mit einem maximalen Ruthenium-Gehalt der Superlegierung  
von 3 wt%.

5

12. Bauteil nach Anspruch 8 oder 9,  
mit einem minimalen Ruthenium-Gehalt der Superlegierung  
von 0,5 Gewichtsprozent.

10

13. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das eine gerichtet erstarrte Kornstruktur (9) aufweist.

15

14. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das eine einkristalline Struktur aufweist.

20

15. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das eine isotrope Verteilung der Orientierungen der  
Kornstruktur aufweist.

25

16. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das als Turbinenschaufel, insbesondere als  
Gasturbinenschaufel (120, 130) ausgebildet ist.

30

17. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das als Brennkammerteil (155) ausgebildet ist.

35

18. Bauteil nach Anspruch 2, 8 oder 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Ausscheidung die  $\gamma'$ -Phase ist.

19. Bauteil nach Anspruch 1, 3, 4 oder 5  
dadurch gekennzeichnet, dass

- 5      der Festigkeitsförderer einen minimalen Wert von 50 ppm,  
insbesondere 75 ppm aufweist.

**GEÄNDERTE ANSPRÜCHE**

[beim Internationalen Büro am 04 April 2005 (04.04.05) eingegangen,  
ursprüngliche Ansprüche 1-19 durch geänderte Ansprüche 1-18 ersetzt]

1. Bauteil (1) aus einer Legierung,  
5 die Ausscheidungen aufweist,  
  
dadurch gekennzeichnet, dass  
  
in der Legierung zumindest ein metallischer Festigkeits-  
10 förderer von 50ppm bis 2000ppm enthalten ist,  
der die Festigkeit des Bauteils (1) aus der Legierung:  
fördert,  
insbesondere durch verstärkte Bildung der Ausscheidungen,  
wobei der zumindest eine Festigkeitsförderer ausgewählt  
15 wird aus der Gruppe Zink (Zn), Zinn (Sn), Blei (Pb),  
Gallium (Ga), Kalzium (Ca), Selen (Se), Arsen (As),  
Wismut (Bi), Neodym (Nd), Praseodym (Pr).
- 20 2. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
  
das Bauteil (1) aus einer Nickel-, Kobalt- oder Eisen-  
Basis-Superlegierung besteht.  
25
3. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
  
30 bis 1100ppm Festigkeitsförderer in der Legierung enthal-  
ten sind.
4. Bauteil nach Anspruch 1 oder 3,  
35 dadurch gekennzeichnet, dass  
  
100 bis 500ppm Festigkeitsförderer in der Legierung ent-  
halten sind.

5. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

5

etwa 100ppm Festigkeitsförderer in der Legierung enthalten sind.

10 6. Bauteil nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass

der Festigkeitsförderer metallisch ist.

15

7. Bauteil nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass

20

die Legierung außer dem Festigkeitssteigerer folgende  
Elemente in wt% umfasst:

11 - 13 % Chrom

3 - 5 % Wolfram

0,5-2,5 % Molybdän

3 - 5 % Aluminium

25

3 - 5 % Titan

3 - 7 % Tantal

0 - 12 % Kobalt

0 - 1 % Niob

0 - 2 % Hafnium

30

0 - 1 % Zirkon

0 - 0.05% Bor

0 - 0.2 % Kohlenstoff

0,1 - 10% Rhenium oder Ruthenium

Rest Nickel, Kobalt oder Eisen und Verunreinigungen.

35

8. Hochtemperaturbeständiges Bauteil (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

5 die Legierung außer dem Festigkeitssteigerer folgende Elemente in wt% umfasst:  
9- <11 % Chrom  
3 - 5 % Wolfram  
0,5-2,5 % Molybdän  
3 - 5 % Aluminium, insbesondere 3 - <3,5% Aluminium, . . .  
10 3 - 5 % Titan  
3 - 7 % Tantal  
0 - 12 % Kobalt  
0 - 1 % Niob  
0 - 2 % Hafnium  
15 0 - 1 % Zirkon  
0 - 0.05% Bor  
0 - 0.2 % Kohlenstoff  
0.1 - 5 % Ruthenium, Rhenium  
Rest Nickel, Kobalt oder Eisen und Verunreinigungen.

20

9. Bauteil nach Anspruch 7 oder 8,  
bei dem der Rhenium-Gehalt mindestens 1,3wt% beträgt.

25

10. Bauteil nach Anspruch 7, 8 oder 9,  
mit einem maximalen Ruthenium-Gehalt der Superlegierung  
von 3wt%.

30

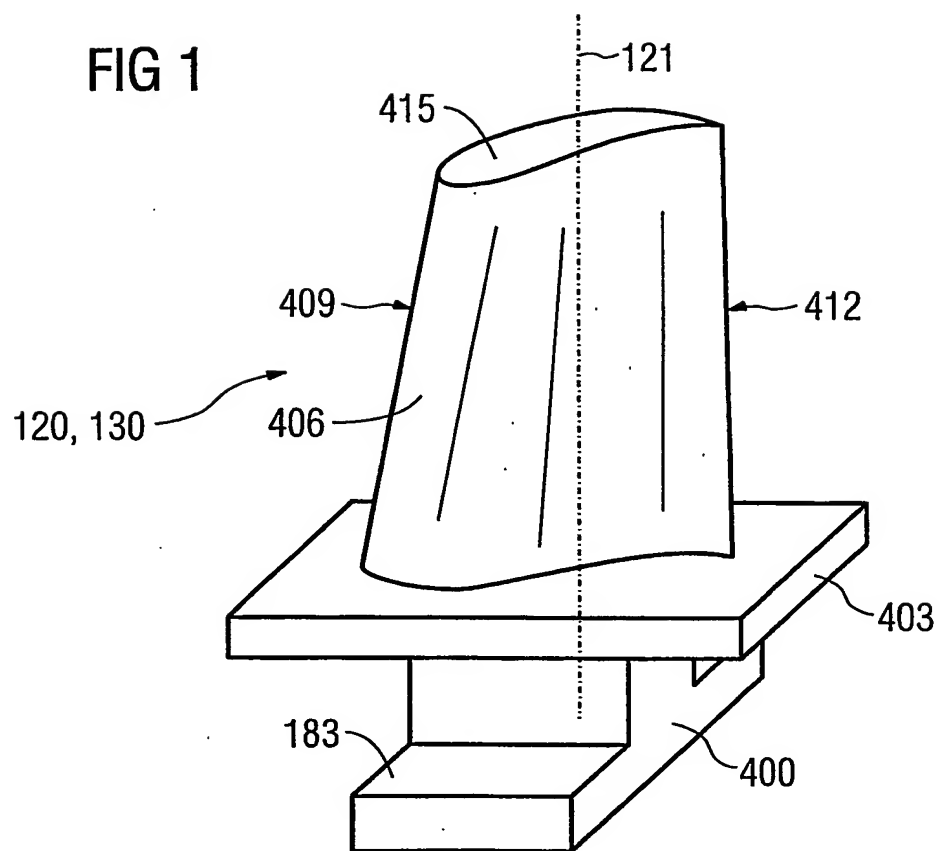
11. Bauteil nach Anspruch 7 oder 8,  
mit einem minimalen Ruthenium-Gehalt der Superlegierung  
von 0,5 Gewichtsprozent.

35

12. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das eine gerichtet erstarrte Kornstruktur (9) aufweist.
- 5 13. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das eine einkristalline Struktur aufweist.
- 10 14. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das eine isotrope Verteilung der Orientierungen der Korn-  
struktur aufweist.
- 15 15. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das als Turbinenschaufel, insbesondere als Gasturbinen-  
schaufel (120, 130) ausgebildet ist.
- 20 16. Bauteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
das als Brennkammerteil (155) ausgebildet ist.
- 25 17. Bauteil nach Anspruch 2, 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Ausscheidung die  $\gamma'$ -Phase ist.
- 30 18. Bauteil nach Anspruch 1, 3, 4 oder 5  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Festigkeitsförderer einen minimalen Wert von 50ppm,  
insbesondere 75ppm aufweist.

35

1/5





2/5

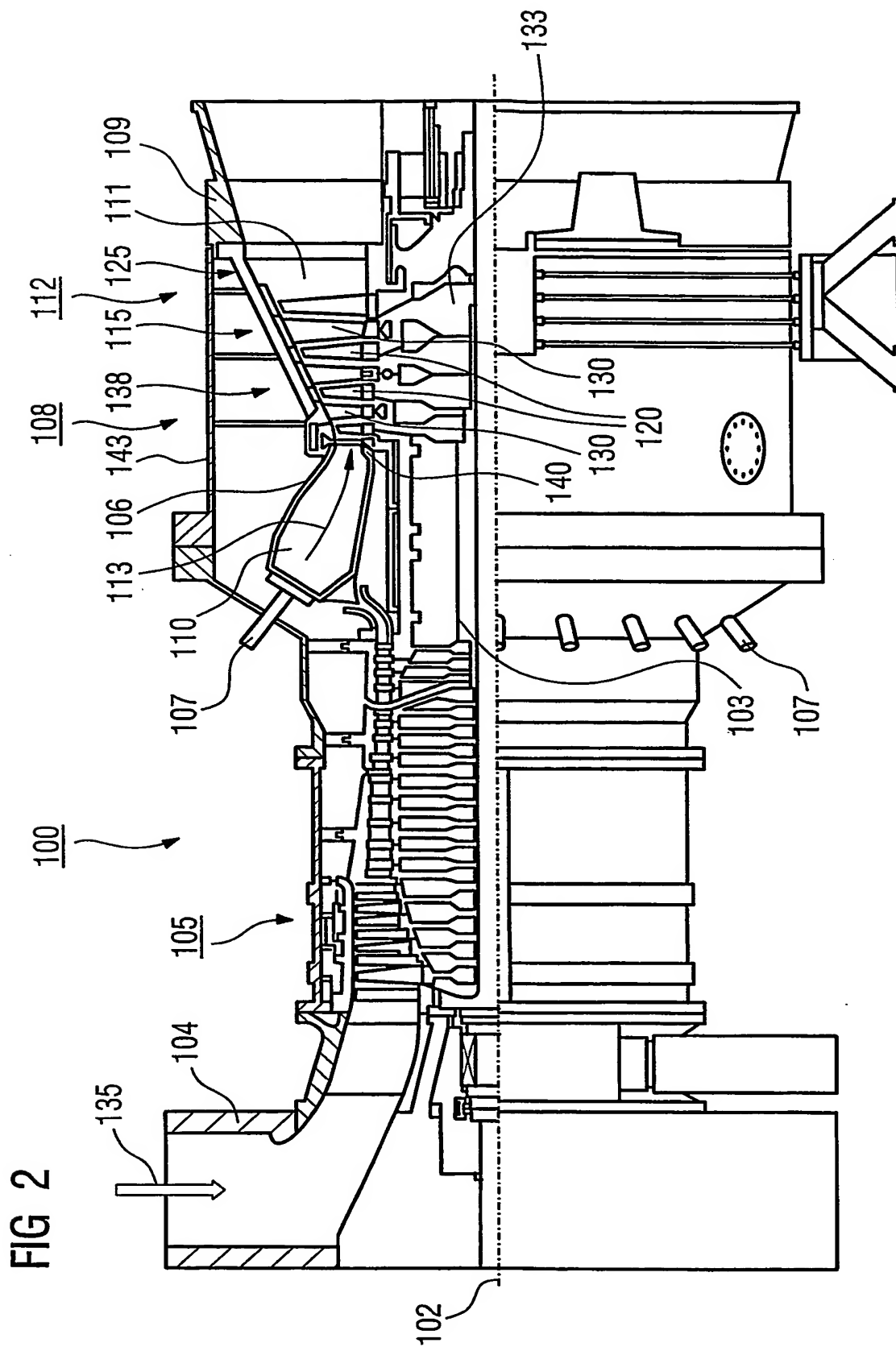
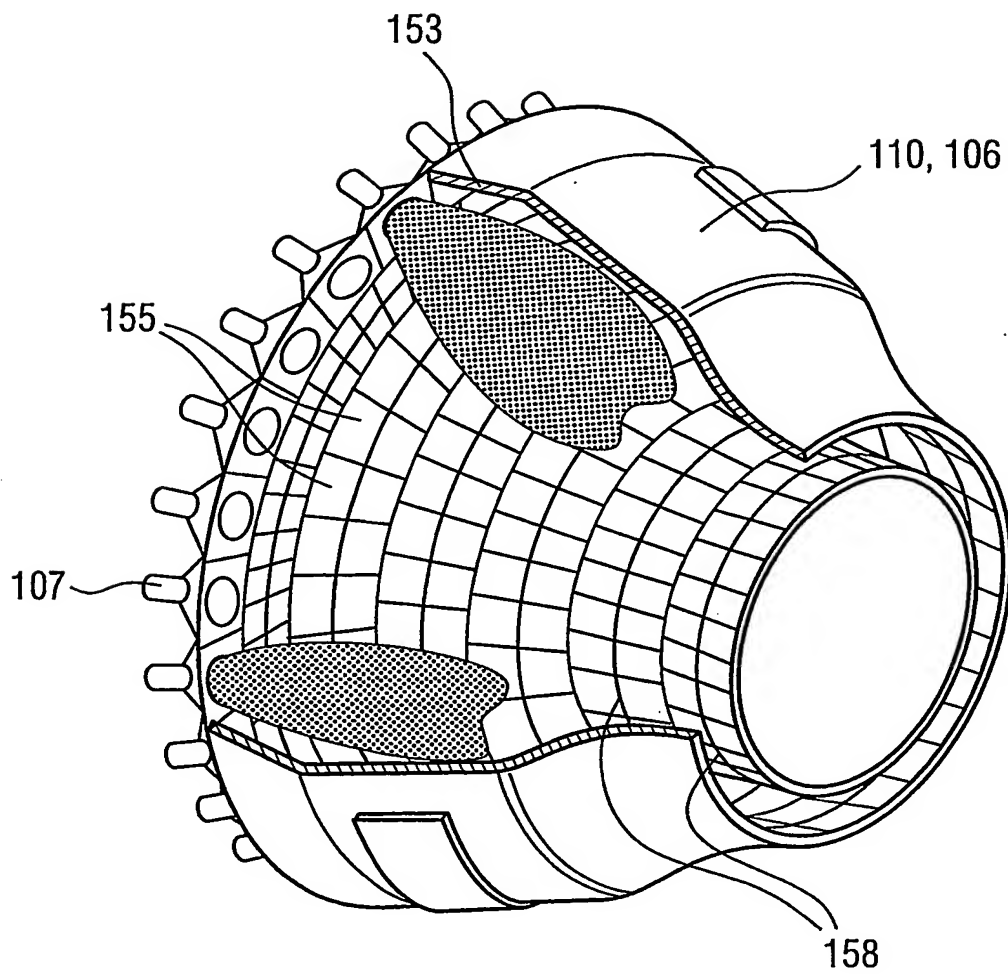
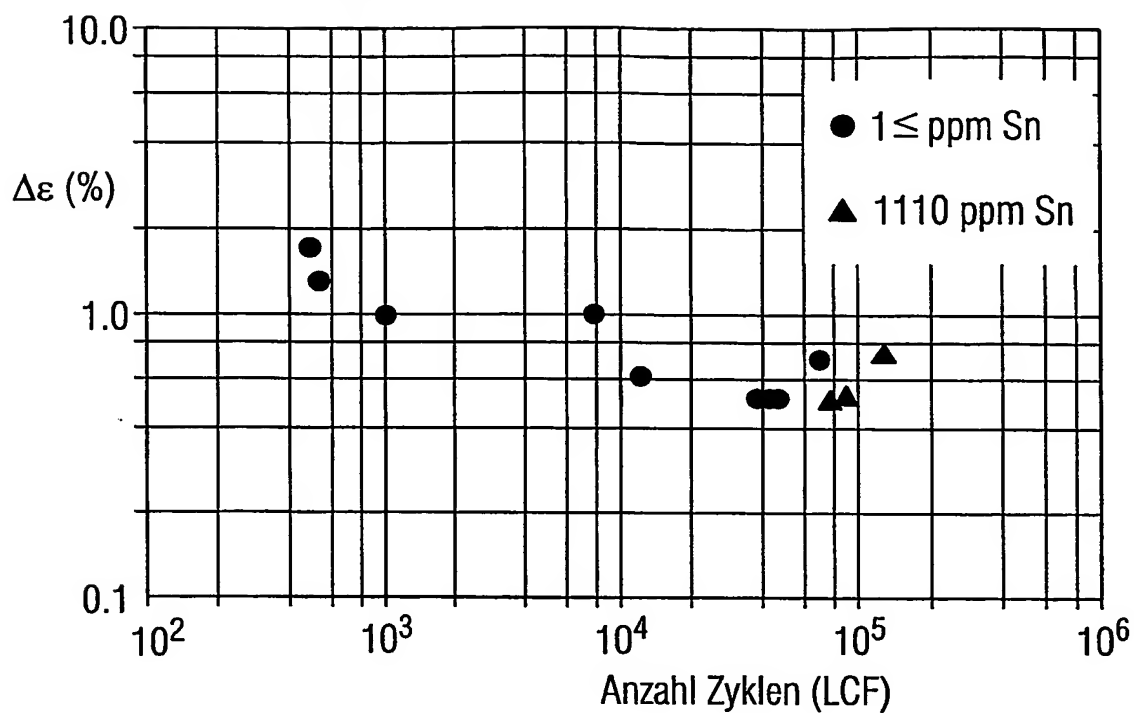


FIG 3



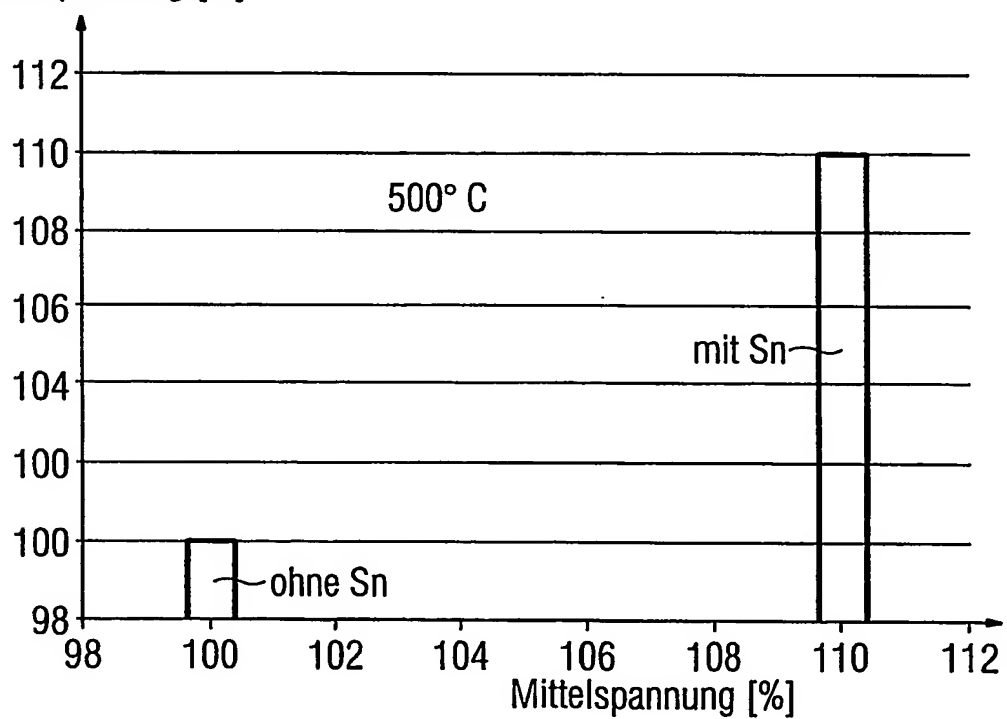
4/5

FIG 4



Wechselspannung [%]

FIG 5



5/5

FIG 6

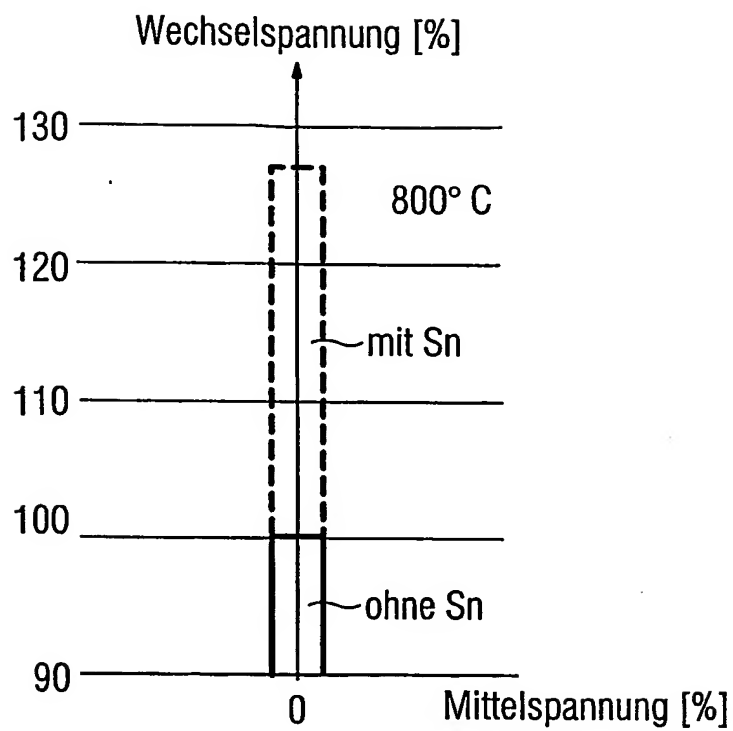
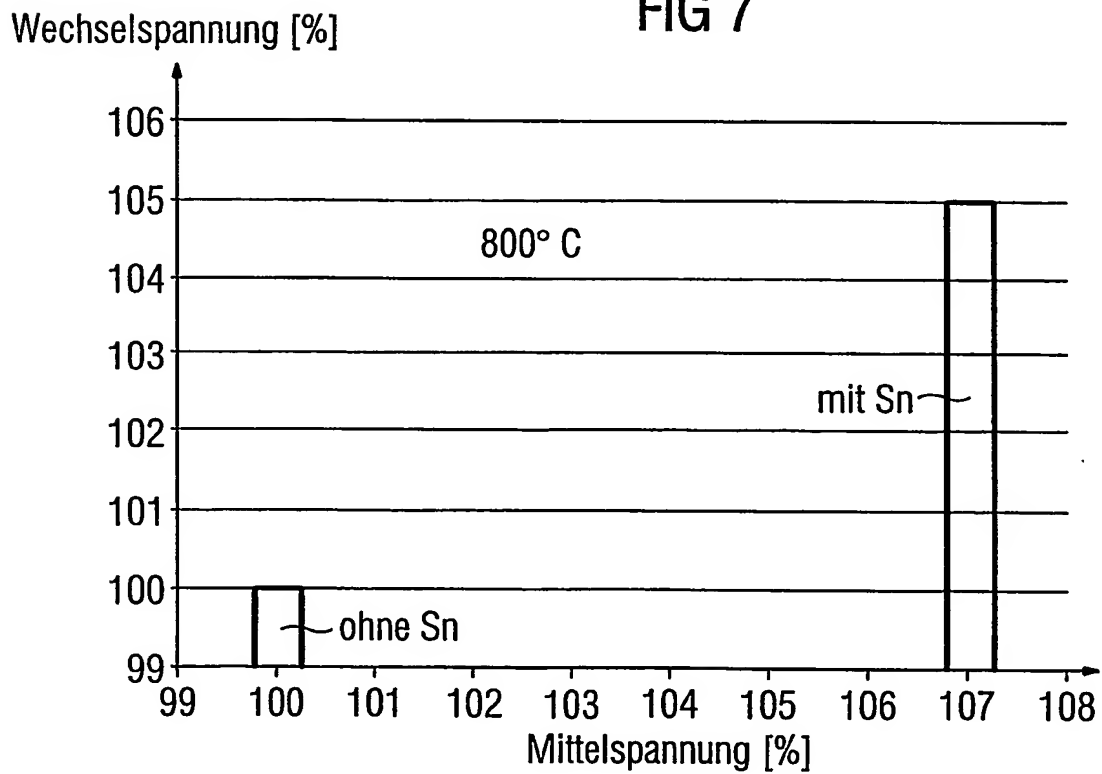


FIG 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/011923

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 C22C19/00 C22C19/05

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, CHEM ABS Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/09403 A (MUGHRABI HAEI ;SCHOLZ ALFRED (DE); SINGER ROBERT (DE); VOLEK ANDRE) 8 February 2001 (2001-02-08) cited in the application the whole document	1-22
X	EP 1 319 729 A (SIEMENS AG) 18 June 2003 (2003-06-18) the whole document	1-22
X	US 5 611 670 A (YOSHINARI AKIRA ET AL) 18 March 1997 (1997-03-18) cited in the application claims 1,3	1-22
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 February 2005

Date of mailing of the international search report

04/03/2005

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rolle, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/011923

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 122 206 A (SHIMAMURA TOSHIYUKI ET AL) 16 June 1992 (1992-06-16) cited in the application abstract	1-22
X	EP 0 297 785 B (MORINAGA MASAHIKO ;YUKAWA NATSUO (JP); DAIDO STEEL CO LTD (JP)) 4 January 1989 (1989-01-04) cited in the application claim 1	1-22
X	DE 23 33 775 A (AVCO CORP) 16 January 1975 (1975-01-16) cited in the application page 1, paragraph 1 - page 2, paragraph E	1-9, 15-22
X	US 3 907 555 A (DUDEK RONALD P ET AL) 23 September 1975 (1975-09-23) cited in the application abstract	1-9, 20-22
X	US 4 708 848 A (LEWIS ALBERT) 24 November 1987 (1987-11-24) cited in the application claim 1	1-9, 20-22

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/011923

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0109403	A	08-02-2001	DE 50006694 D1 WO 0109403 A1 EP 1204776 A1 JP 2003529677 T US 2002157738 A1	08-07-2004 08-02-2001 15-05-2002 07-10-2003 31-10-2002
EP 1319729	A	18-06-2003	EP 1319729 A1 CA 2414019 A1 JP 2003193161 A	18-06-2003 13-06-2003 09-07-2003
US 5611670	A	18-03-1997	CN 1123874 A ,C DE 69423061 D1 DE 69423061 T2 EP 0637476 A1 JP 3164972 B2 JP 7145703 A	05-06-1996 30-03-2000 12-10-2000 08-02-1995 14-05-2001 06-06-1995
US 5122206	A	16-06-1992	JP 2301537 A JP 2807260 B2 JP 2301538 A JP 2657096 B2 CA 2016794 A1 DE 69007853 D1 DE 69007853 T2 EP 0398264 A1	13-12-1990 08-10-1998 13-12-1990 24-09-1997 16-11-1990 11-05-1994 03-11-1994 22-11-1990
EP 0297785	B	04-01-1989	JP 1008238 A JP 2579316 B2 AT 111975 T DE 3851580 D1 DE 3851580 T2 EP 0297785 A2	12-01-1989 05-02-1997 15-10-1994 15-10-1998 18-03-1999 04-01-1989
DE 2333775	A	16-01-1975	DE 2333775 A1	16-01-1975
US 3907555	A	23-09-1975	US 3841868 A CA 1047284 A1 CH 609095 A5 DE 2538099 A1 FR 2286202 A1 GB 1449788 A IE 41785 B1 IL 47946 A JP 1076392 C JP 51057625 A JP 56015701 B CA 994129 A1 CH 585271 A5 DE 2362588 A1 FR 2211535 A1 GB 1415969 A IE 38669 B1 IL 43842 A JP 1021840 C JP 49101218 A JP 55012089 B	15-10-1974 30-01-1979 15-02-1979 08-04-1976 23-04-1976 15-09-1976 26-03-1980 30-12-1977 25-12-1981 20-05-1976 11-04-1981 03-08-1976 28-02-1977 04-07-1974 19-07-1974 03-12-1975 10-05-1978 30-07-1976 25-11-1980 25-09-1974 29-03-1980
US 4708848	A	24-11-1987	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011923

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 C22C19/00 C22C19/05

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C22C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, CHEM ABS Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01/09403 A (MUGHRABI HAEL ; SCHOLZ ALFRED (DE); SINGER ROBERT (DE); VOLEK ANDRE) 8. Februar 2001 (2001-02-08) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-22
X	EP 1 319 729 A (SIEMENS AG) 18. Juni 2003 (2003-06-18) das ganze Dokument	1-22
X	US 5 611 670 A (YOSHINARI AKIRA ET AL) 18. März 1997 (1997-03-18) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,3	1-22
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Februar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/03/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rolle, S



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 122 206 A (SHIMAMURA TOSHIYUKI ET AL) 16. Juni 1992 (1992-06-16) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	1-22
X	EP 0 297 785 B (MORINAGA MASAHIKO ;YUKAWA NATSUO (JP); DAIDO STEEL CO LTD (JP)) 4. Januar 1989 (1989-01-04) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1 -----	1-22
X	DE 23 33 775 A (AVCO CORP) 16. Januar 1975 (1975-01-16) in der Anmeldung erwähnt Seite 1, Absatz 1 - Seite 2, Absatz E -----	1-9, 15-22
X	US 3 907 555 A (DUDEK RONALD P ET AL) 23. September 1975 (1975-09-23) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	1-9, 20-22
X	US 4 708 848 A (LEWIS ALBERT) 24. November 1987 (1987-11-24) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1 -----	1-9, 20-22

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011923

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0109403 A	08-02-2001	DE 50006694 D1 WO 0109403 A1 EP 1204776 A1 JP 2003529677 T US 2002157738 A1	08-07-2004 08-02-2001 15-05-2002 07-10-2003 31-10-2002
EP 1319729 A	18-06-2003	EP 1319729 A1 CA 2414019 A1 JP 2003193161 A	18-06-2003 13-06-2003 09-07-2003
US 5611670 A	18-03-1997	CN 1123874 A ,C DE 69423061 D1 DE 69423061 T2 EP 0637476 A1 JP 3164972 B2 JP 7145703 A	05-06-1996 30-03-2000 12-10-2000 08-02-1995 14-05-2001 06-06-1995
US 5122206 A	16-06-1992	JP 2301537 A JP 2807260 B2 JP 2301538 A JP 2657096 B2 CA 2016794 A1 DE 69007853 D1 DE 69007853 T2 EP 0398264 A1	13-12-1990 08-10-1998 13-12-1990 24-09-1997 16-11-1990 11-05-1994 03-11-1994 22-11-1990
EP 0297785 B	04-01-1989	JP 1008238 A JP 2579316 B2 AT 111975 T DE 3851580 D1 DE 3851580 T2 EP 0297785 A2	12-01-1989 05-02-1997 15-10-1994 15-10-1998 18-03-1999 04-01-1989
DE 2333775 A	16-01-1975	DE 2333775 A1	16-01-1975
US 3907555 A	23-09-1975	US 3841868 A CA 1047284 A1 CH 609095 A5 DE 2538099 A1 FR 2286202 A1 GB 1449788 A IE 41785 B1 IL 47946 A JP 1076392 C JP 51057625 A JP 56015701 B CA 994129 A1 CH 585271 A5 DE 2362588 A1 FR 2211535 A1 GB 1415969 A IE 38669 B1 IL 43842 A JP 1021840 C JP 49101218 A JP 55012089 B	15-10-1974 30-01-1979 15-02-1979 08-04-1976 23-04-1976 15-09-1976 26-03-1980 30-12-1977 25-12-1981 20-05-1976 11-04-1981 03-08-1976 28-02-1977 04-07-1974 19-07-1974 03-12-1975 10-05-1978 30-07-1976 25-11-1980 25-09-1974 29-03-1980
US 4708848 A	24-11-1987	KEINE	